



Inflorescencia o capítulo de *Helianthus annuus ssp. annuus*. Las flores periféricas, provistas de una gran lígula amarilla, no producen semillas. Las flores fértiles más externas ya han sido fecundadas. El círculo siguiente presenta flores con las anteras abiertas con polen amarillo. En el centro del disco los pimpollos florales muestran color oscuro, característico de la forma silvestre.



# ¿Está domesticado el girasol?

Miguel Ángel Cantamutto, Mónica Poverene,  
Alejandro Presotto, Ivana Fernández Moroni,  
Agustina Gutiérrez, Soledad Ureta  
y Mauricio Casquero

Universidad Nacional del Sur

Las especies vegetales cultivadas en la actualidad fueron el resultado de un proceso de domesticación, pero a menudo mantienen estrechas relaciones con las especies silvestres que las originaron. Algunas malezas, ciertas plantas guachas o *voluntarias* y otras que retornaron al estado silvestre, llamadas *ferales*, son producto del intercambio de genes entre los cultivos y sus parientes no domesticados.

**L**os cultivos genéticamente modificados por técnicas de biología molecular, difundidos durante la última década, transformaron profundamente los ecosistemas agrícolas y la economía de las regiones productoras de granos. La extensa adopción de soja de esas características en los países del Cono Sur sudamericano condujo a que estos lideren actualmente el mercado internacional de dicha oleaginosa. Además de los cambios agroecológicos producidos por el uso de la tierra para ese cultivo, que se ha tornado dominante, estas situaciones han renovado el interés por algunas cuestiones vinculadas con la evolución genética de los cultivos. Así, podrían aparecer malezas en los cultivos, que son las plantas no deseadas, difíciles de controlar. Algunos medios las han denominado supermalezas, y se deben al cruce-

miento de los nuevos cultivos con sus parientes silvestres, que origina una transferencia de información genética entre ellos, algo que se denomina *flujo génico*.

Desde mediados del siglo XX, la ciencia viene prestando atención a la relación entre las plantas domesticadas y las nocivas. Algunas malezas habrían surgido por evolución adaptativa de especies de la flora natural, que resultó en un mayor éxito reproductivo de aquellas formas mejor adaptadas al ambiente cultivado. En otros casos, el mecanismo que generó la aparición de nuevas malezas habría sido el cruzamiento accidental de plantas cultivadas con sus parientes silvestres (tabla 1).

La domesticación de cultivos fue un proceso iniciado hace miles de años. La continua elección de las mejores plantas, por ejemplo, por poseer las características de no desgranarse, ser de maduración pareja y producir frutos grandes, realizada desde tiempos remotos, fue cambiando la conformación genética de las especies cultivadas. La selección por adaptación a la agricultura fue iniciada intuitivamente y continuada con técnicas cada vez más refinadas. Esta intensa actividad humana fue capaz de detectar, separar y multiplicar algunas plantas singulares, originadas por cruzamientos de especies distantes que dieron lugar a la *duplicación cromosómica*, un proceso bio-



**Figura 1.** Tallos y pecíolos con pigmentos oscuros en plantas de una población de girasol silvestre *Helianthus annuus* ssp. *annuus* en la provincia de Buenos Aires.

**Figura 2.** Campo en La Pampa sembrado con maíz, en el que apareció girasol silvestre de la variedad *Helianthus annuus* ssp. *annuus*. Detrás del alambrado, a la izquierda, se advierte una concentración de plantas de girasol silvestre nacidas en suelo removido para realizar un contrafuego.

**Figura 3.** Girasol silvestre de la especie *Helianthus petiolaris* en un cultivo de soja en la provincia de Buenos Aires.

lógico que se encuentra en el origen de los principales cultivos (por ejemplo, el trigo).

Como se sabe, en las células de los organismos vivos, los genes están agrupados en cromosomas. En los seres humanos, todas las células del organismo (excepto espermatozoides y óvulos) tienen dos juegos completos de cromosomas, uno heredado del padre y otro de la madre. Por ello se dice que las células humanas son diploides. El trigo para pan proviene de especies silvestres diploides, pero el cruzamiento de estas dio lugar a variedades cuyo genoma resultó de la suma de los cromosomas de las especies progenitoras. Así, hay trigos tetraploides y hexaploides, es decir, con cuatro y seis juegos de cromosomas respectivamente.

Pero, por este proceso, las especies domesticadas han perdido la aptitud de crecer en ambientes naturales. El trigo para pan (*Triticum aestivum*), el maíz (*Zea mays*), el sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) y la soja (*Glycine max*) son ejemplos de especies que hoy solo se encuentran bajo cultivo. No es el caso del girasol, *Helianthus annuus*, una de las pocas especies domesticadas en América del Norte cuyo antecesor silvestre aún vegeta en ambientes naturales.

## Domesticación y mejora del girasol

Posiblemente antes de que hubiera agricultura en las llanas norteamericanas el girasol silvestre fue dispersado por los bisontes. Las plantas se reproducían y formaban poblaciones en ambientes alterados por esos herbívoros, por ejemplo, en los sitios donde se detenían a dormir.

Para germinar, la semilla de girasol requiere encontrarse en un suelo que haya sido removido. La planta puede crecer en suelos con bajo contenido de materia orgánica (llamados suelos minerales). Las tribus nómadas, que conocieron el valor nutritivo de los frutos del girasol, los recolectaban y trasladaban en sus migraciones, con lo que accidentalmente dejaban caer semillas en los alrededores de sus asentamientos. Estas germinaban, constituían nuevas poblaciones y permitían realizar cosechas. Plantas nacidas de esa manera accidental se denominan voluntarias (o coloquialmente guachas).

Se cree que en esos asentamientos habrían aparecido en forma natural algunas plantas mutantes, con pocas inflorescencias y semillas grandes. Su mayor tamaño habría atraído la atención de los incipientes agricultores y habría impulsado a estos a reservarlas para sembrar en la siguiente estación de crecimiento, en lugar de usarlas como alimento. De esa forma, casi casual, el girasol habría sido domesticado en el Nuevo Mundo antes de la llegada de los europeos a fines del siglo XV.

Registros de botánicos europeos documentan el hecho de que los conquistadores introdujeron en Europa



la forma doméstica del girasol, que se caracterizaba por tener inflorescencia única. Se consigna la presencia de ese tipo de planta en los jardines reales de España a mediados del siglo XVI, posiblemente el primero pero no el único país de entrada de la especie en ese continente. Debido a que se consideraba que la planta había sido llevada del Perú, por esa época se la denominaba crisantemo peruano (*Chrysanthemum peruvianum*) o flor peruana del sol (*Flos solis peruvianum*).

La difusión del girasol de la Península Ibérica al resto de Europa fue impulsada por sus características ornamentales y por el interés en consumir sus semillas (figura 4). Una patente inglesa de principios del siglo XVIII reconoció al girasol como un cultivo oleaginoso no comestible, pero ello no produjo su difusión extensiva hasta que, casi un siglo después, comenzó la extracción industrial de su aceite para consumo humano.

Los campesinos del este de Europa seleccionaban las que consideraban las mejores plantas y llegaron a constituir poblaciones agrónomicamente destacadas, aunque el contenido de materia grasa de sus semillas no era muy elevado. A principios del siglo XX, científicos rusos intensificaron la



**Figura 4.** *Helianthus annuus*, témpera sobre pergamino, de una colección de 1180 ilustraciones de plantas del castillo de Gottorf, en la ciudad de Schleswig, realizadas entre 1649 y 1659 por Hans-Simon Holtzbecker.

| Nombre vulgar  | Nombre botánico              | Origen       | Características  |
|--|------------------------------|--------------|--|
| Escapadas del cultivo (endoferales)                              |                              |              |  |
| Gramón, gramilla   | <i>Cynodon dactylon</i>      | África       | Perenne. Rizomatosa. Cultivada como forrajera o césped. Afecta cultivos de verano.   |
| Flor amarilla  | <i>Diploaxis tenuifolia</i>  | Eurasia      | Introducida como melífera. Cosmopolita. Perenne. Interfiere en cultivos de invierno.   |
| Rúcula   | <i>Eruca sativa</i>          | Mediterráneo | Anual, hortícola. Invasora en cultivos de cereales de grano fino y alfalfares.   |
| Morenita   | <i>Kochia scoparia</i>       | Eurasia      | Forrajera, anual. Invasora en trigo, maíz, sorgo, maní.  |
| Originadas en cruz de especie silvestre y cultivada (exoferales) |                              |              |  |
| Avena negra o guacha   | <i>Avena fatua</i>           | Eurasia      | Cosmopolita. Interfiere en cultivos de cereales de grano fino y lino.  |
| Arroz colorado   | <i>Oryza sativa</i>          | Asia         | Maleza de arrozales. Contamina los granos de arroz.  |
| Sorgo de Alepo   | <i>Sorghum halepense</i>     | Mediterráneo | Introducida como forrajera. Invasora. Perenne. Rizomatosa. Maleza de cultivos estivales.                                     |
| Cola de zorro  | <i>Setaria viridis</i>       | África       | Maleza de céspedes de parques y de cultivos estivales.   |
| Seleccionadas de la flora natural                                |                              |              |  |
| Enredadera   | <i>Polygonum convolvulus</i> | Europa       | Trepadora, ahoga las plantas cultivadas y dificulta la cosecha de cultivos invernales.                                       |
| Chamico  | <i>Datura ferox</i>          | América      | Afecta cultivos de verano. Semillas tóxicas, cuya presencia deteriora el precio de las partidas de granos que las contienen. |
| Cardo ruso   | <i>Salsola kali</i>          | Eurasia      | Invasora de terrenos secos, arenosos y salitrosos. Sus esqueletos son apilados en los alambrados por el viento.              |
| Abrojo grande  | <i>Xanthium cavanillesii</i> | Sudamérica   | Especie tóxica para el ganado. Sus semillas se diseminan enganchadas en pelos o lanas.                                       |

**Tabla 1.** Origen geográfico de algunas malezas consideradas nocivas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, agrupadas por su posible origen biológico.



mejora genética del girasol, con lo que ganaron en sanidad y contenido de aceite, que pasó de menos de un tercio a más del 40%. Esas variedades se difundieron a diversos países del mundo, incluyendo la Argentina.

El girasol llegó a la región pampeana como cultivo para consumo doméstico, traído por inmigrantes europeos. Hacia 1930, su importancia económica impulsó la creación de variedades locales, lo que se hizo inicialmente seleccionando las mejores plantas que aparecían espontáneamente en las poblaciones heterogéneas de los agricultores, y poco después, mediante cruzamientos dirigidos.

A diferencia del maíz, que tiene flores masculinas y femeninas en diferentes partes de la planta, el girasol tiene flores hermafroditas, cuyo polen puede fecundar a sus propios óvulos. Esa autofecundación generalmente da lugar a una descendencia con menor vigor que las plantas progenitoras. Pero mediante cruza controladas se puede obtener una descendencia que supere a sus padres en rendimiento, sanidad y calidad agronómica. La mayor fortaleza que en determinados casos adquiere la descendencia mestiza, por la combinación de fortalezas de los padres, se denomina *heterosis* o *vigor híbrido*.

Si bien el vigor híbrido se conoce desde el siglo XIX, la obtención en escala comercial de semillas híbridas para uso agronómico ofreció bastantes dificultades, las que solo fueron superadas en la década de 1960 por la utilización de procedimientos, descubiertos en Francia, que conducen a plantas que no producen polen, o plantas *androestériles*. Estas se utilizan como las hembras de las que se cosecha la semilla híbrida. El sistema se basó en la cruza de girasol cultivado con una variante de su pariente silvestre *Helianthus petiolaris*. En los campos que producen esa semilla se al-



**Figura 5.** Detalle de las brácteas ubicadas en la parte dorsal de la inflorescencia o capítulo de girasol silvestre. El ancho de las brácteas, la presencia de pelos y el diámetro del capítulo son rasgos utilizados para la taxonomía del género.

**Figura 6.** Población de *Helianthus petiolaris* en un lote sin cultivar en la provincia de La Pampa. Este tipo de situaciones se observa frecuentemente en potreros ubicados sobre la ruta nacional 5, en las proximidades de Catrilló, provincia de La Pampa.





ternan líneas de plantas que descienden de la mencionada cruza con otras que producen polen y las fecundan. A partir de ese descubrimiento, se inició una fructífera selección de cultivares híbridos que llega hasta nuestros días, cuando prácticamente han desaparecido las variedades de polinización abierta. Los híbridos modernos tienen un comportamiento tan destacado que, frecuentemente, triplica el rendimiento de las viejas variedades y alcanzan un contenido de materia grasa en sus granos de más del 50%.

## Los parientes silvestres

La clasificación de la especie *Helianthus annuus*, que ha sido revisada reiteradamente por Charles Heiser (nacido en 1920), profesor emérito de la Universidad de Indiana, y más recientemente por Gerald Seiler, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, no está completamente consolidada. Desde el punto de vista taxonómico, se considera que el girasol doméstico corresponde a la variedad botánica denominada *H. annuus* var. *macrocarpus*. Esta deriva de la subespecie silvestre *H. annuus* ssp. *lenticularis*, que solamente se encuentra en un hábitat natural. Por su parte la subespecie *H. annuus* ssp. *annuus* (figura 1) muy similar a la anterior, es la forma que suele aparecer a la vera de los caminos y como maleza de cultivos de girasol, soja y maíz (figuras 2 y 3). Su capacidad de colonizar tierras alteradas hace que se la considere una subespecie *ruderal*, nombre técnico que se da a las que tienen ese comportamiento.

El girasol presenta las flores dispuestas sobre un receptáculo carnoso formando una inflorescencia llamada capítulo. En el perímetro de esa estructura existen hojas modificadas, muy cortas, denominadas brácteas (figura 5). Hacia adentro se encuentran dos o tres círculos de flores estériles, que poseen corolas que asemejan grandes pétalos amarillos. En algunas variedades ornamentales esas flores tienen colores diversos. En el centro del capítulo se encuentran las flores fértiles, que se van abriendo diariamente de afuera hacia adentro, por un lapso cercano a una semana (página 20). El girasol doméstico se diferencia de sus parientes silvestres debido a que generalmente posee una única inflorescencia grande, sus brácteas son muy anchas (mayores de 2cm) y las corolas de las flores fértiles son de color amarillo. Esta característica confiere al centro del capítulo una coloración clara.

El girasol cultivado incluye las líneas utilizadas como parentales masculinos en la producción de híbridos, que poseen ramificación solamente en el tercio superior de la planta, a diferencia de los parientes silvestres que la tienen desde la base. Este atributo no se expresa en el primer año de cultivo de la semilla híbrida, ya que el genotipo de la madre no posee ramificación. Sin embargo, en generaciones posteriores aparecen individuos ramificados en la parte superior de la planta. Por su parte, los tipos silvestres son completamente ramificados desde la base y poseen numerosas inflorescencias pequeñas con brácteas angostas. Aunque las flores estériles periféricas son amarillas, las flores fértiles del centro del capítulo poseen corolas púrpura, por lo que el capítulo presenta coloración oscura (tabla 2).

**Tabla 2.** Principales diferencias entre el girasol silvestre (*Helianthus annuus* spp. *annuus*) y sus formas domesticadas (*Helianthus annuus* var. *macrocarpus*), tanto cultivadas como guachas o voluntarias.

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
| <b>Girasol silvestre</b>   | <b>Girasol guacho o voluntario</b>   | <b>Girasol cultivado</b>   |
| Altura hasta 4m<br>Ramificación total<br>Pigmentos rojizos<br>Sin capítulo principal<br>Más de 30 capítulos<br>Capítulos con centro rojo<br>Capítulos menores de 6cm<br>Grano menor de 7mm | Altura hasta 1,5m<br>Ramificación superior<br>Sin pigmentos rojizos<br>Con capítulo principal<br>Menos de 10 capítulos<br>Capítulos con centro amarillo<br>Capítulos mayores de 8cm<br>Grano mayor de 7-20mm | Altura hasta 2m<br>Ramificación superior<br>Sin pigmentos rojizos<br>Un capítulo con centro amarillo,<br>mayor de 8cm<br>Grano mayor de 7-20mm |





La forma silvestre de girasol habría sido introducida en la región central de la Argentina como especie forrajera hace más de sesenta años. Otro pariente del mismo género, el mencionado *Helianthus petiolaris*, ingresó accidentalmente en la zona de Catriló, en La Pampa, como contaminante de semillas forrajeras (figura 6). Ambas especies se encuentran hoy extensamente difundidas y se superponen con el girasol cultivado en su distribución geográfica (algo que dos de los firmantes de este artículo tratamos en 'Impacto ambiental de los cultivos transgénicos', CIENCIA HOY, 75:26-37, junio-julio de 2003). Las dos especies podrían haberse diseminado a partir de diferentes puntos de ingreso, desde donde se habrían movilizado por transporte terrestre.

Las dos especies silvestres anteriores resultan de gran interés para el mejoramiento del cultivo. *Helianthus petiolaris*, además de haber sido la fuente del sistema de androesterilidad para la producción de semilla híbrida, aportó genes de resistencia a enfermedades, mientras que *H. annuus* proveyó tolerancia a herbicidas. Así, hace unas cinco décadas, nuestro país fue el primero en desarrollar variedades resistentes a la roya negra (*Puccinia heliantii*) mediante la incorporación de genes de *H. annuus* silvestre hallado en 1954 en la región de Río Cuarto. Y no hace mucho, un tipo silvestre que resultaba imposible de controlar en cultivos de soja de Kansas fue la fuente de genes de tolerancia a ciertos herbicidas conocidos como imidazolinonas. Sus genes, originados de una mutación natural, fueron transferidos al cultivo mediante cruzamientos. Así se desarrollaron nuevos girasoles, hoy mundialmente disponibles bajo el nombre *Clearfield*, que permiten el control con ese herbicida de las malezas que aparecen en los lotes en que son cultivados. Recientemente se han desarrollado nuevos híbridos tolerantes al mismo grupo de herbicidas utilizando una mutación inducida por medios químicos.

**Figura 7.** Inflorescencias o capítulos de *Helianthus petiolaris* en diferentes estadios de maduración. Se observa un capítulo cerrado en el centro de la fotografía, con las flores plegadas hacia el centro del disco. Los capítulos en floración muestran las flores completamente expandidas en el centro del disco. Una vez finalizada la floración, caen las flores (centro). A la madurez los capítulos se abren y dispersan los frutos (arriba, derecha).

**Figura 8.** Capítulos de girasol guacho androestéril, o que no produce polen (izquierda), y de *Helianthus petiolaris* (derecha), en la provincia de La Pampa.

**Figura 9.** Inflorescencias o capítulos de *Helianthus petiolaris* en floración (izquierda) y desgranados (derecha). Nótese la presencia de pelos blancos en la parte central del disco, característica distintiva de la especie.



## La vuelta a la naturaleza

*Colmillo blanco*, la famosa novela de Jack London, cuenta la historia de un cachorro de lobo criado como perro. En otra novela del mismo autor, un perro escapa del cautiverio y vuelve a la vida salvaje junto a los lobos. Del mismo modo, las plantas escapan a menudo del cultivo y forman poblaciones asilvestradas o *ferales* (del latín *fera*, fiera o bestia salvaje). En la década de 1970, a poco de difundirse masivamente el cultivo de girasol en la Argentina y en el mundo, la atención se concentró en los aspectos agronómicos del control de las plantas guachas o voluntarias. Luego del cultivo de girasol pueden nacer tales plantas de semillas caídas durante la cosecha y el transporte. Resultan difíciles de controlar cuando nacen en la primavera en cultivos de trigo.

La feralidad significa recuperar la capacidad de vivir en la naturaleza. Para los cultivos completamente domesticados, ello puede implicar la adquisición de ciertos rasgos que les permitan subsistir en el medio natural. Esos rasgos incluyen, para cada individuo, la floración y fructificación simultáneas durante un largo período, o crecimiento indeterminado; la apertura de los frutos al madurar y la caída de la semilla, o dehiscencia; la ausencia de germinación de semillas vivas por cierto tiempo, o dormición, y la germinación escalonada a lo largo del tiempo de las semillas caídas al suelo (figura 7).

Igual que otros cultivos, como la colza, la soja y el maíz, el girasol voluntario no es estrictamente una forma feral, pues depende del aporte anual de semillas y no llega a constituir una población. Sin embargo, las plantas guachas de girasol nacidas en las banquinas de las rutas serían muy vulnerables al flujo génico proveniente de las especies silvestres. A diferencia de las formas silvestres, la mayoría de los híbridos puede autofecundarse, pero alrededor de una cuarta parte de las plantas voluntarias carecen de estructuras masculinas, por lo que dependen de la fecundación cruzada y están expuestas a la transferencia de polen de otros individuos y, por lo tanto, al flujo génico (figura 8).

Este proceso de retorno a la vida en la naturaleza, facilitado por la cruce y el intercambio genético entre el cultivo y sus parientes silvestres, se ha denominado *exoferalidad*. ¿Podría el flujo génico del girasol ser una vía para ese retorno? Estudios recientes realizados en Europa señalan este proceso como el origen de extensas poblaciones en España y Francia, que hoy resultan difíciles de controlar y limitan la producción de semilla de girasol. Las formas invasoras serían el resultado del cruzamiento de plantas domésticas y silvestres, y habrían ingresado en el país en forma imperceptible como producto de la contaminación genética de semilla comercial producida en los Estados Unidos.

## Evidencias del flujo génico

En forma continuada desde el verano de 2000, el grupo de investigación que integran los autores de esta nota ha estudiado la agroecología y la genética de las poblaciones de *H. annuus* y *H. petiolaris* naturalizadas en la Argentina. Nuestro interés inicial fue analizar la posibilidad de liberar al ambiente un girasol genéticamente modificado que había estado en fase de evaluación, en condiciones controladas, por unos cinco años. Como resultado de una década de observaciones, hemos conseguido aclarar algunos aspectos importantes de la relación cultivo-maleza.

Si bien estudios anteriores habían llevado a pensar que *H. petiolaris* (figura 9) tenía escasa difusión y baja agresividad, los nuestros revelaron que esa especie se encuentra en expansión en las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Córdoba y San Luis. Sus poblaciones más extendidas se encuentran en las banquinas de caminos de tierra, pero cada vez más aparecen invadiendo lotes cultivados, especialmente de girasol, donde resulta difícil controlarlas.

A pesar de que se creía lo contrario, la forma invasora *H. annuus* spp. *annuus* se encuentra presente en el país y está ampliamente distribuida en las provincias de Entre Ríos, San Juan, Mendoza, San Luis, Córdoba, La Pampa y Buenos Aires. Igual que *H. petiolaris*, sus poblaciones vegetan en banquinas de caminos y bordes de canales de riego, pero también invaden cultivos.

Aun cuando existen barreras reproductivas, el flujo génico entre las dos especies silvestres y el girasol doméstico es un proceso recurrente en el escenario agroecológico de la región central argentina, donde aparecen con frecuencia formas morfológicamente intermedias. La forma invasora *H. annuus* spp. *annuus* se cruza sin restricciones con el girasol cultivado, cuyo polen puede trasladarse por los menos 500m (figura 10). La hibridación de *H. petiolaris* con girasol doméstico enfrenta importantes barreras reproductivas, y si bien las plantas originadas de esa cruce tienen baja producción de semillas y son relativamente poco fecundas, pueden dejar descendencia y recuperar la capacidad reproductiva en generaciones posteriores.

Estos hallazgos, difundidos por los canales habituales del sistema de ciencia y tecnología, fueron tenidos en cuenta por la Comisión Nacional de Biotecnología y por la Asociación Argentina de Girasol, que consideran poco probable la liberación comercial de variedades transgénicas de girasol. A los elevados costos de desregulación para el acceso a mercados internacionales de girasol transgénico, se deberían adicionar los costos del estudio de impacto ambiental por flujo génico de poblaciones invasoras.



## ¿Qué hay de las supermalezas?

La liberación comercial de girasoles genéticamente modificados ha sido virtualmente descartada en los Estados Unidos, el centro de origen de la especie cultivada, donde el flujo génico podría afectar su base genética natural. También ocurriría lo mismo en la Argentina, por el riesgo de aumento de agresividad de las especies naturalizadas. Sin embargo, en los dos países se ha liberado el girasol tolerante a herbicidas obtenido por técnicas convencionales de mejoramiento, que no implican la transferencia de genes por procedimientos de laboratorio, es decir, no son plantas transgénicas como las genéticamente modificadas.

Los herbicidas mencionados del grupo de las imidazolinonas actúan inhibiendo una enzima llamada *acetolactato sintasa*, que participa en la síntesis de aminoácidos esenciales. Esa enzima es también el blanco de acción de otro grupo de herbicidas, las *sulfonilureas*, que posibilitó el

control de malezas de nacimiento tardío en el trigo. ¿Derivará el empleo de estas nuevas variedades de girasol en dificultades para el control de girasoles guachos? ¿Podrá aumentar la capacidad de interferencia de las poblaciones naturalizadas de girasol silvestre?

Hasta el presente, las evaluaciones realizadas por nuestro grupo de investigación mediante cruzamientos dirigidos han mostrado que las malezas originadas en la cruce entre girasol tolerante a herbicidas y plantas silvestres poseen en la primera generación tolerancia al herbicida. Sin embargo, esos híbridos no tendrían alta capacidad competitiva. Por el momento no se ha observado una marcada reducción del rendimiento de girasol y maíz cuando estas malezas están dispersas en un cultivo. Pero los híbridos que resultan del cruzamiento de girasol doméstico y silvestre son de maduración escalonada, con varios capítulos dehiscentes (que dispersan sus semillas) y semillas pequeñas, que son poco visibles y podrían aumentar el número de ellas en el suelo.

**Figura 10.** Planta que sobresale de las demás (derecha) con rasgo de girasol silvestre, presuntamente sembrada junto con el girasol cultivado. Se observan varias ramificaciones y capítulos pequeños con centro oscuro. La presencia de un capítulo principal indicaría que se trata de una cruce con girasol doméstico.





El riesgo de flujo génico también preocupa a la industria de semillas, que debe cumplir estrictas normas de pureza en los materiales que entrega para la venta. En Europa, la contaminación por polen ha llevado a descartar algunas regiones para la producción de semilla. *Helianthus annuus* está naturalizado en España, Francia, Serbia e Italia, donde también han aparecido formas ferales con raíces que no desaparecen en invierno. La principal región argentina productora de semilla híbrida de girasol, el valle bonaerense del Río Colorado, está libre de plantas de las especies silvestres y es muy confiable para la producción de semilla fiscalizada de alta pureza. Sin embargo, dado que esa región no difiere en características ecológicas de áreas actualmente invadidas, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y la Universidad Nacional del Sur han iniciado una campaña para prevenir el establecimiento de los parientes silvestres, que encontrarían allí condiciones aptas para su ciclo vital.

El girasol no tiene el grado de domesticación alcanzado por otras especies cultivadas, como maíz, trigo o soja. Los registros de parientes silvestres invasores en diferentes ambientes del mundo van en aumento. Esos parientes pueden cruzarse con el girasol cultivado por la acción de insectos polinizadores y originar descendencia fértil, lo cual podría conducir a la evolución de malezas más nocivas para los ecosistemas en que se cultiva girasol. Ello no debe alarmar, pues es parte del proceso evolutivo de la agricultura, que brindó la seguridad alimentaria necesaria para el surgimiento de la civilización humana.

La transformación de especies de cultivos en malezas excede al girasol. La soja transgénica, que tolera el herbicida glifosato, por ejemplo, también se ha transformado en una maleza que no se puede controlar fácilmente durante la preparación de los campos para sembrar otros cultivos tolerantes al mismo herbicida, como el maíz transgénico. La aparición de malezas cada vez más complejas y el diseño de formas cada vez más refinadas para

combatirlas se compara con una carrera armamentista. Ante la aparición de nuevos productos para controlar las malezas, estas responden con la aparición de formas que toleran esos productos.

El girasol constituye uno de los cultivos distintivos de la Argentina, donde es uno de los cuatro granos de mayor producción. El país es uno de los principales productores mundiales de su aceite, cuya composición química lo convierte en un producto muy recomendable para la salud humana. El futuro del cultivo depende, entre otros factores, de que la producción de semilla se realice únicamente en regiones sin riesgo de contaminación genética y libre de formas ferales emparentadas. También, de que los productores y semilleros empleen semilla pura y detecten y eliminen las plantas anómalas antes de que sus semillas caigan al suelo. Son reglas sencillas, que permitirán mantener la productividad de nuestros agroecosistemas y dar respuesta a una demanda creciente de productos agrícolas. **CH**

## LECTURAS SUGERIDAS

**ELLSTRAND NC**, 2003, *Dangerous liaisons? When cultivated plants mate with their wild relatives*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.

**GRESSEL J**, 2005, *Crop ferality and volunterism*, CRC Press, Boca Raton.

**HARLAN JR**, 1992, *Crops and Man*, ASA, CSSA, Madison.



### Miguel Cantamutto

Doctor en sistemas agrícolas, forestales y alimentarios, Universidad de Lérica.

Profesor titular de producción vegetal extensiva, UNS.

[mcantamutto@yahoo.com](mailto:mcantamutto@yahoo.com)



### Mónica Poverene

Doctora en biología, UNS.  
Profesora titular de genética agrícola, UNS.  
Investigadora independiente, Conicet.



### Agustina Gutiérrez

Licenciada en biología, UNS.  
Becario del Conicet.

### Soledad Ureta

Ingeniera agrónoma, UNS.  
Investigadora asistente del Conicet.

### Mauricio Casquero

Ingeniero agrónomo, UNS.  
Becario inicial de la ANPCYT

### Ivana Fernández Moroni

Ingeniera agrónoma, UNS.  
Becaria inicial de la ANPCYT

### Alejandro Presotto

Magíster en ciencias agrarias, UNS.  
Becario del Conicet.